Composición mineral de levadura torula (*Candida utilis*), desarrollada a partir de vinaza de destilería

Bárbara Rodríguez[1], A. A. Canela[2], L.M. Mora[1], W. F. Motta [2], P. Lezcano[1] y Ana Carolina Euler[2]
[1]*Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba*
[2]*Universidad Federal de Minas Gerais, Av. Antonio Carlos 6627, Pampulha - Belo Horizonte*
Correo electrónico: brodriguez@ica.co.cu

Para determinar los minerales presentes en la levadura torula, desarrollada a partir de vinaza de destilerías, se realizó análisis por activación con neutrones. La materia mineral y el fósforo total se determinaron según la AOAC (1995). En el análisis por activación neutrónica se determinó la presencia de 23 elementos de la tabla periódica. El potasio (K), calcio (Ca), cloro (Cl), magnesio (Mg), hierro (Fe) y sodio (Na) fueron los de mayor concentración. Se demostró el alto contenido de materia mineral (7.15 %) y de fósforo total (1.61%) que presentan las levaduras. La composición mineral de la levadura torula de vinaza mostró valores superiores a los informados por el NRC (1998) para la harina de soya y la levadura torula, en Ca, K, Fe, Zn.

Palabras clave: *levadura, minerales, activación neutrónica*

Las levaduras se consideran importantes fuentes de proteína, vitaminas, minerales y factores no identificados que favorecen el crecimiento. Entre las que se utilizan para la alimentación animal, se encuentra la *Candida utilis* (levadura torula o forrajera), que se obtiene a partir de la fermentación aeróbica de la melaza o de la vinaza de destilerías. Su composición puede variar en dependencia del sustrato que se utilice para su crecimiento y del proceso industrial al que se somete (Álvarez y Valdivié 1980 y Miyada 1990).

La tecnología para la obtención de la levadura torula, obtenida a partir de vinaza, se desarrolló en el Instituto Cubano de Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Este proceso se basa en la sustitución de la miel final de caña por la vinaza de destilería (Saura *et al*. 2003), por lo que es necesario conocer su composición química. Este estudio se refiere a la fracción mineral.

Se han demostrado suficientemente los beneficios de la aplicación de los minerales en la alimentación animal y en el mejoramiento de los síndromes derivados del exceso o deficiencia de minerales en los animales. El exceso puede afectar el desempeño de las aves, debido a la utilización de altos niveles de K en las dietas vegetales (Rostagno *et al*. 2005), lo que aumenta el consumo de agua y, por ende, la humedad de la cama. El déficit puede manifestarse en el crecimiento lento o raquitismo por deficiencia de Ca, en la descamación de epitelios y endotelios, así como en la infertilidad por deficiencia de Zn, Mn y Se (Martínez *et al*. 1997).

Para determinar la fracción mineral de cualquier alimento existen diferentes métodos o análisis químicos. Sin embargo, el análisis por activación neutrónica, si bien es relativamente largo, permite determinar entre 30 y 40 elementos trazas en muestras de las más diversas matrices (suelos, sedimentos, aerosoles y residuales, entre otros), debido al carácter no destructivo del análisis y a su gran reproducibilidad (Díaz *et al*. 2001).

A partir de la consideración de las bondades de este análisis y de la naturaleza del producto, el objetivo de este estudio fue determinar mediante la técnica por activación neutrónica, la composición mineral de la levadura torula, desarrollada a partir de vinaza de destilería.

Materiales y Métodos

Para determinar los minerales presentes en la levadura torula, desarrollada a partir de vinaza de destilería, se realizó análisis por activación con neutrones, según lo descrito por Canella *et al*. (2002). El experimento se llevó a cabo en el Centro de Desarrollo de Tecnología Nuclear de la Universidad Federal de Minas Gerais (CDTN/UFMG). La levadura torula se envasa en sacos de papel multicapas, a razón de 25 kg. Para la toma de muestras, se seleccionaron al azar 20 sacos de levadura de una misma partida y de distintas zonas de la estiba, representativas de las distintas partes de las bolsas muestreadas. Las muestras se homogenizaron y se envasaron en bolsas plásticas herméticamente cerradas. Para el laboratorio se seleccionaron 500 g que se conservaron a temperatura ambiente.

Luego, se bombardearon con un dado, seguido de la medida de la radioactividad inducida. La irradiación se hizo con neutrones térmicos y la radioactividad resultante se midió por la espectrometría de los rayos gamma emitidos por cada radioisótopo. Una vez que cada isótopo producido en el proceso de activación posee las características de las emisiones propias, se pueden efectuar determinaciones cuantitativas de la concentración por comparación con patrones.

Los patrones sintéticos de los elementos analizados, a partir de las sales u óxidos de alta pureza y/o espectroscópicamente puros, se disolvieron en ácido nítrico en concentraciones apropiadas. Luego, aproximadamente 50 mL de las soluciones patrones de los elementos, en algunos casos de tipo multielementales, se trasvasaron a una tira de papel de filtro Whatman 41, que se encajó a temperatura ambiente para secarla.

La muestra (triplicada) y los patrones se sometieron a irradiaciones cortas y largas en un reactor IEA-R1m. En las cortas, las muestras y los patrones se irradiaron durante dos minutos sobre un flujo de neutrones térmicos de 1011n cm^{-2} s^{-1}. Posteriormente, en diferentes tiempos de decantación, se determinó Cl, K, Mg, Mn y Na.

En las irradiaciones largas, las muestras y los patrones se irradiaron durante ocho horas, sobre un flujo de neutrones térmicos de 1012n cm^{-2} s^{-1}. Después de un tiempo de decantación, de cuatro a cinco días, se determinaron los radioisótopos con una vida media de algunas horas o días: Br, K, Mo, Na e Sb. Transcurrido el período de 15 a 20 d de decantación, se determinó el Ba, Ca, Ce, Co, Cr, Cs, Fe, Rb, Sb, Sc, Se y Zn. Las radiaciones gamma, emitidas por los diversos radioisótopos producidos en la irradiación de las muestras y patrones, se midieron en un espectrómetro de rayos gamma. Luego, se transformaron en informaciones digitales, a partir del programa computarizado (Solcoy). Este proceso se basó en la energía de los fotópicos espectrales que identificaron los elementos presentes en las muestras. Las áreas de los fotópicos fueron proporcionales a las concentraciones de los elementos.

La materia mineral y el contenido de fósforo se determinaron según la AOAC (1995).

Para el análisis de los datos se realizó estadística descriptiva. Se estimó la media y la desviación estándar para los elementos analizados mediante el paquete estadístico computarizado INFOSTAT, versión 5.1 sobre Windows XP (Balzarini *et al*. 2001).

Resultados y Discusión

En el análisis por activación neutrónica de la levadura torula, desarrollada a partir de la vinaza de destilería, se determinaron 23 elementos químicos (tabla 1). El K, Ca, Cl, Mg, Fe y Na fueron los que tuvieron mayor concentración, lo que coincidió con informes de Piloto y Macías (2005), que al determinar la composición mineral de esta levadura, en cuanto a Na, K, Ca, Mg y P, destacaron la mayor concentración de Ca y Na, cuando se comparó lo obtenido a partir de mieles y harina de soya. Miyada (1990) refiere que el K es el componente principal de la fracción mineral en las levaduras de recuperación que se obtiene en las destilerías de alcohol en Brasil. Fialho *et al*. (1985) y Lima *et al*. (1987) informaron la riqueza de esta levadura en Ca, Fe y Zn.

En cuanto a la materia mineral y al fósforo total (tabla 2), los contenidos estuvieron acorde con lo informado por Miyada (1990) acerca del alto contenido de la fracción inorgánica de las levaduras, que puede variar entre 4 y 14 %. Según este autor, son ricas en P, principalmente como consecuencia de los tampones, sales y otros aditivos que se incorporan al sustrato para mejorar el rendimiento o reducir el tiempo de fermentación. Conde *et al*. (1982) y Moreira *et al*. (1998) destacaron la riqueza en P de las levaduras, aún cuando son variables en su composición.

Tabla 1. Composición mineral de la levadura torula de vinaza determinada por activación neutrónica

Elementos	Concentración (mg/kg)	DE
Potasio (K)	21220.00	156.0
Calcio (Ca)	19800.00	71.0
Cloro (Cl)	2975.00	56.0
Magnesio (Mg)	1250.00	43.0
Hierro (Fe)	768.00	14.0
Sodio (Na)	273.00	12.0
Zinc (Zn)	143.00	2.0
Rubidio (Rb)	41.00	1.0
Bromo (Br)	27.00	1.0
Manganeso (Mn)	24.00	2.0
Cobre (Cu)	23.00	2.0
Vanadio (V)	16.00	0.8
Cerio (Ce)	6.00	0.3
Cromo (Cr)	2.70	0.3
Lantano (La)	2.70	0.1
Cobalto (Co)	1.81	0.01
Arsénico (As)	0.59	0.06
Cesio (Cs)	0.52	0.02
Samario (Sm)	0.46	0.02
Antimonio (Sb)	0.20	0.01
Escandio (Sc)	0.11	0.002
Terbio(Tb)	0.07	0.01
Torio (Th)	0.03	0.003

Tabla 2. Materia mineral y fósforo total de la levadura torula de vinaza

Indicadores (%)	$\overline{X}$	DE
Materia mineral	7.15	0.02
Fósforo total	1.61	0.002

La composición mineral de la levadura torula de vinaza mostró valores superiores a los informardos por el NRC (1998) para la harina de soya y la levadura torula de mieles. El contenido de Fe (768 vs 222 mg/kg) fue tres veces superior; el Ca lo quintuplicó (1.98 vs 0.38 %), al igual que el Na (0.27 vs 0.07 %), Cl (0.29 vs 0.12 %) y Zn (143 vs 99 mg/kg). Esto se puede deber a que la composición química de las levaduras puede variar, en función del sustrato sobre el que se desarrolla. Otro aspecto a valorar pueden ser las menores pérdidas y mayor precisión, con respecto al método por activación neutrónica (Díaz *et al*. 2001 y Canella *et al*. 2002).

Se ha descartado la posible toxicidad que pudiera provocar la presencia de determinados elementos inorgánicos en esta levadura, como el Zn, Cu, vanadio (V) y arsénico (As). En este sentido, se han tenido en cuenta los niveles de levadura que se utilizan en las dietas

para aves y cerdos y lo recomendado por el NRC (1994) (1998) para ambas especies.

Es importante conocer las interacciones que se pueden producir entre determinados minerales, así como la disponibilidad biológica en cada fuente, según la especie y categoría animal, ya que son determinantes para cubrir los requerimientos nutricionales (Skrivan *et al*. 2005). Por tanto, no es suficiente saber la cantidad de minerales presentes en cada fuente, ni los requerimientos diarios establecidos por el NRC u otras investigaciones. Serán necesarios estudios dirigidos a conocer la disponibilidad biológica, entre otros aspectos, para complementar la caracterización mineral de esta fuente proteica.

La levadura torula, obtenida a partir de vinaza de destilería, presentó alto contenido de materia mineral (7.15 %), elevado contenido de K (2.12%) y de P total (1.61%), al igual que otras levaduras.

Agradecimientos

Se agradece a CAPES por el financiamiento del proyecto de colaboración que permitió desarrollar esta investigación y, en especial, al Centro de Desarrollo de Tecnología Nuclear de la Universidad Federal de Minas Gerais (CDTN/UFMG).

Referencias

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 16th Ed. Ass. Off. Anal. Chem. Arlington, VA.

Álvarez, R. J. & Valdivié, M. 1980. Energía metabolizable y retención de nitrógeno en dietas con levadura torula para pollos de engorde. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 14:55

Balzarini, M., Casanoves, F., DiRienzo, J. A., González, L. A. & Robledo, C. W. 2001. Software estadístico Infostat, versión 5.1. Manual de usuario. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Canella, A., Veado, J. C. & Menezes, M. A. 2002. Study of essential elements in cattle tissues from a tropical country using neutron activation analysis. Food and Nutrition Bulletin 23: 237

Conde, J., Biart, J. R., Martínez, S., León, M. & Otero, M. A. 1982. Estudio y caracterización de las levaduras industriales cubanas. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. La Habana. pp. 211

Díaz, R. O., Herrera, E. P. & Borroto, J. P. 2001. Análisis expreso por activación neutrónica para residuales siderúrgicos. Rev. Cubana de Física 18: 63

Fialho, E. T, Albino, L. F. & Blume, E. 1985. Composiçao química e valores energéticos de alguns alimentos para suinos. Pesquiza Agropecuaria Brasileira 20: 1419

Lima, G. J., Lavorenti, A., Packer, I. Berto, D. A., Miyada, V. S. & Menten, J. F. M. 1987. Uso da levedura seca de destilarias de álcool de cana-de açúcar na alimentação de matrizes suínas em gestação e em lactação. I. Efeitos sobre o número de leitões e das leitegadas. Rev. Soc. Bras. Zootecnia 17: 474

Martínez, R. R., Arnaiz, O. E., Amaya, A. M. & Ordóñez, J. B. 1997. Concentración de minerales tóxicos y esenciales en derivados del curtido de pieles “carnazas” para perros y su solubilidad ácida o básica. Vet. Méx. 28: 83

Miyada, V. S. 1990. A levedura seca na alimentação de suínos. Suinocultura. Sociedade Brasileira de Zootecnia. Piracicaba. FEALQ. p. 39

Moreira, I., Andreatt, F. L., Furlan, A. C., Scapinello, C. & Martins, N. E. 1998. Viabilidade da utilização da levedura de recuperação (*Saccharomyces spp.*), seca pelo método spray-dry, na alimentação de leitões em fase de creche. Ver. Bras. Zootec. 27: 319

NRC. 1994. National research council. Mineral tolerance of domestic animals. Washington, DC. National Academic Press. p. 577

NRC. 1998. Nutrient requeriments of domestic animals. Nutrient requirements of swine. 8 ed. Washington, DC. National Research Council. p. 111

Piloto, J. L. & Macías, M. 2005. Studies on the chemical composition of Cuban torula yeast grow on sugar cane molasses or residues from vinasses. Rev. Computarizada de Produción Porcina. 12:111

Rostagno, H. S., Páes, L. E, Rodrigo, B., Toledo, S. & Albino, L.F.T. 2005. Dietas vegetales para pollos de engorde de alta productividad. Disponible: http: www. Agrícola.biz. Engormix.com. Consultado: 16/febrero/2010

Saura, G., Otero, M. A., Martínez, J. A., Fundora, N., Reyes, E., Vasallo, M. C. & Almazán, O. A. 2003. Propagation of yeast biomass from distillery wastes. Process and product evaluation. Int. Sugar J. 105: 36

Skrivan, M., Skrivanova, V. & Marounek, M. 2005. Effects of dietary zinc, iron and copper in layer feed on distribution of these elements in eggs, liver, excreta soil and herbage. Poult. Sci. 84:1570

Recibido: 15 de marzo de 2010